

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050991

International filing date: 04 March 2005 (04.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 018 410.0

Filing date: 16 April 2004 (16.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 24 May 2005 (24.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

19 APR 2005



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 10 2004 018 410.0

Anmeldetag: 16. April 2004

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Sicherheitssystem und Verfahren zu dessen Betrieb

IPC: H 04 N, G 08 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 8. April 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. K. Siegel".

07.04.04

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Sicherheitssystem und Verfahren zu dessen Betrieb

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Sicherheitssystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren für den Betrieb des Sicherheitssystems nach dem Oberbegriff des Anspruchs 4.

Derartige Sicherheitssysteme sind häufig mit stationär angeordneten Kameras ausgerüstet. Die Bewegungs- oder Änderungsdetektion mit stationären Kameras ist eine Grundfunktion der Systeme für die videobasierte Sicherheitstechnik. Die Produkte reichen hierbei von den Überwachungskameras mit Alarmausgabe bis hin zu digitalen Videorecordern, die eine inhaltsbezogene Suche nach bewegten Objekten erlauben. Darüber hinaus ist die Detektion bewegter Objekte eine Grundfunktion in der Analyse von Bildsequenzen und somit ein wichtiger Bestandteil z.B. von Systemen für die Mensch-Maschine Interaktion (zum Beispiel Gestensteuerung) oder von biometrischen Systemen (zum Beispiel Gesichtsdetektion mit anschließender Gesichtserkennung).

Sowohl die in der wissenschaftlichen Literatur beschriebenen, als auch die auf dem Markt befindlichen Systeme zur Detektion bewegter Objekte verwenden implizit oder explizit ein Kamerassetzmodell, welches das zeitliche Rauschen in einem Bildpunkt ("Pixelrauschen") als grauwertunabhängig annimmt. Derartige Systeme sind beispielsweise in den folgenden Literaturstellen beschrieben:

35

A. Elgammal, D. Harwood, L. Davis, „Non-Parametric Model for Background Subtraction“, FRAME-RATE workshop, 1999.

5 K. Toyama, J. Krumm, B. Brumitt and B. Meyers, "Wallflower: Principles and Practice of Background Maintenance", ICCV 1999.

A. Elgammal, R. Duraiswami, D. Harwood, L. Davis, "Background and Foreground Modeling Using Nonparametric Kernel Density Estimation for Video Surveillance", Proc. of the IEEE, Vol. 90, 10 No. 7, July 2002, pp. 1151-1163.

15 M. Meyer, M. Hötter, T. Ohmacht, "A New System for Video-Based Detection of Moving Objects and its Integration into Digital Networks", In Proceedings of IEEE Intern. Conference on Security Technology, Lexington, USA, 1996, pp. 105-110.

20 T. Aach, A. Kaup, R. Mester. "Change Detection in Image Sequences using Gibbs Random Fields: A Bayesian Approach", Proceedings Intern. Workshop on Intelligent Signal Processing and Communication Systems", Sendai, Japan, Oct. 1993, pp. 56-61.

30 Die dem Stand der Technik entsprechende Annahme der Grauwertunabhängigkeit des Pixelrauschens ist insbesondere bei den vielfach eingesetzten Sensoren mit CCD-Technik eindeutig nicht erfüllt. Vielmehr ist in der Realität mit einem Anstieg der Rauschvarianz eines Pixels mit dem entsprechenden Grauwert zu rechnen. Die in der Praxis übliche vereinfachende Annahme eines grauwertunabhängigen Pixelrauschens wirkt sich negativ auf die Leistungsfähigkeit des ganzen Sicherheitssystems aus. Beispielsweise führt diese Annahme dazu, dass bei herkömmlichen Sicherheitssystemen eine in Bezug auf den Grauwert feste Entscheidungsschwelle unterstellt wird, wenn zwischen einer 35 Grauwertänderung aufgrund von Sensorrauschen und einer

Grauwertänderung aufgrund der Erfassung eines bewegten Objekts unterschieden werden soll. Da das Rauschverhalten jedoch bei den meisten Bildsensoren grauwertabhängig ist, führt dies dazu, dass die erwähnte Entscheidungsschwelle für helle Bildbereiche zu 5 empfindlich und für dunkle Bildbereiche zu unempfindlich eingestellt ist.

Vorteile der Erfindung

10 Das erfindungsgemäße Sicherheitssystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 führt dagegen zu einer wesentlichen Verbesserung der herkömmlichen Sicherheitssysteme. Dadurch dass die Entscheidungsschwelle grauwertabhängig ausgestaltet ist, kann 15 das Sicherheitssystem sowohl an helle als auch an dunkle Bildbereiche besser angepasst werden. Dies führt zu einer wesentlich gesteigerten Empfindlichkeit des Sicherheitssystems. Durch die Berücksichtigung eines grauwertabhängigen Rauschverhaltens bei der Festlegung der Entscheidungsschwelle 20 ist es nunmehr möglich, auch dunkle Objekte noch in dunklen Bildbereichen zu detektieren, ohne dabei Fehldetektionen aufgrund von Pixelrauschen in hellen Bildregionen zu generieren. Dadurch wird auf vorteilhafte Weise die Detektionsgenauigkeit erhöht, ohne eine Erhöhung der Fehldetektionsrate hervorzurufen. Eine möglichst niedrige Fehldetektionsrate ist aber in der Sicherheitstechnik von besonders großer Bedeutung.

Zeichnung

30 Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt

Figur 1 in einem Diagramm die Varianz des Rauschwerts in Abhängigkeit von dem Grauwert g ;

Figur 2 die Visualisierung des grauwertabhängigen Rauschens einer CCD- Kamera;
Figur 3 ein Bild einer mehrere Bilder umfassenden Bildsequenz;
5 Figur 4 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Sicherheitssystems;
Figur 5 ein Ablaufdiagramm;
Figur 6 ein weiteres Ablaufdiagramm.

10

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die dem Stand der Technik entsprechende Annahme der Grauwertunabhängigkeit des Pixelrauschen ist insbesondere bei den vielfach eingesetzten Sensoren mit CCD-Technik eindeutig nicht erfüllt. Vielmehr ist in der Realität mit einem Anstieg der Rauschvarianz eines Pixels mit dem entsprechenden Grauwert zu rechnen. Die in der Praxis übliche vereinfachende Annahme eines grauwertunabhängigen Pixelrauschen wirkt sich negativ auf die Leistungsfähigkeit des ganzen Sicherheitssystems aus. Beispielsweise führt diese Annahme dazu, dass bei herkömmlichen Sicherheitssystemen eine in Bezug auf den Grauwert feste Entscheidungsschwelle unterstellt wird, wenn zwischen einer Grauwertänderung aufgrund von Sensorrauschen und einer Grauwertänderung aufgrund der Erfassung eines bewegten Objekts unterschieden werden soll. Da das Rauschverhalten jedoch bei den meisten Bildsensoren grauwertabhängig ist, führt dies dazu, dass die erwähnte Entscheidungsschwelle für helle Bildbereiche zu empfindlich und für dunkle Bildbereiche zu unempfindlich eingestellt ist. Dieser Sachverhalt wird anhand von Figur 1 verdeutlicht. In dem in Figur 1 dargestellten Diagramm ist die Varianz des Rauschwerts in Abhängigkeit von dem Grauwert g aufgetragen, wie er für eine typische CCD-Kamera gemessen wurde. Den Messwerten ist zu entnehmen, dass die Rauschvarianz im

Wesentlichen linear mit dem Grauwert g ansteigt. Dieser Effekt wird in Figur 2 visualisiert. Figur 2 zeigt, grauwertkodiert, die Varianz des Pixelrauschen, das durch Auswertung einer Sequenz (etwa 30 Bilder) von einer statischen Szene bestimmt wurde. Helle Bildpunkte repräsentieren dabei eine große Rauschvarianz, dunkle Bildpunkte repräsentieren eine geringe Rauschvarianz. Die Bildsequenz selbst zeigt in allen Bildern den gleichen Bildinhalt. Ein einziges Bild dieser Sequenz ist in Figur 3 dargestellt.

Wäre die Rauschvarianz grauwertunabhängig, so müsste Figur 2 eine unstrukturierte graue Fläche darstellen. Wie der Abbildung zu entnehmen ist, hängt jedoch die Rauschvarianz von dem Grauwert der Bildpunkte in der Bildsequenz ab. In Folge dieser Abhängigkeit erscheinen helle Objekte der Bildsequenz (siehe Figur 3) ebenfalls hell in Figur 2 (große Rauschvarianz). Die schwarzen Flächen in Figur 2 ergeben sich aus Übersteuerungseffekten in der Originalsequenz, d.h. einem Festklemmen von Bildpunkten auf einem festen Grauwert.

Eine optimale Entscheidungsschwelle wäre grauwertabhängig und entspräche in ihrem qualitativen Verlauf dem Verlauf der Kurve "Rauschvarianz über dem Grauwert", d.h. für dunkle Bildbereiche wäre die Schwelle geringer als für helle Bildpunkte. Im Falle eines Sensors mit einem linearen Verlauf dieser Kurve (siehe auch Figur 1) müsste die Entscheidungsschwelle ebenfalls ein lineares Verhalten über dem Grauwert aufweisen.

Das erfindungsgemäße Sicherheitssystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 führt dagegen zu einer wesentlichen Verbesserung der herkömmlichen Sicherheitssysteme. Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, dass wesentlich bessere Ergebnisse zu erzielen sind, wenn die Entscheidungsschwelle adaptiv an den Grauwert des gerade betrachteten Bildpunkts angepasst wird. Dadurch, dass die Entscheidungsschwelle nunmehr grauwertabhängig ausgestaltet ist, kann das Sicherheitssystem sowohl an helle als auch an dunkle

Bildbereiche besser angepasst werden. Dies führt zu einer wesentlich gesteigerten Empfindlichkeit des Sicherheitssystems. Durch die Berücksichtigung eines grauwertabhängigen Rauschverhaltens bei der Festlegung der Entscheidungsschwelle ist es nunmehr möglich, auch dunkle Objekte noch in dunklen Bildbereichen zu detektieren, ohne dabei Fehldetections aufgrund von Pixelrauschen in hellen Bildregionen zu generieren. Dadurch wird auf vorteilhafte Weise die Detectionsgenauigkeit erhöht, ohne eine Erhöhung der Fehldetectionsrate hervorzurufen. Eine möglichst niedrige Fehldetectionsrate ist aber in der Sicherheitstechnik von besonders großer Bedeutung.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Sicherheitssystems 100 und dessen Betriebszustände werden im Folgenden unter Bezug auf Figur 4 und die in Figur 5 und Figur 6 dargestellten Ablaufdiagramme beschrieben. Das Sicherheitssystem umfasst zwei Teilsysteme 101 und 102. Das erste Teilsystem ist im Wesentlichen während eines ersten Betriebszustands in Funktion während das zweite Teilsystem während eines zweiten Betriebszustands aktiv ist.

Das Sicherheitssystem 100 umfasst wenigstens eine Kamera 3 mit einem Bildsensor 4, die beiden Teilsystemen 101, 102 zugeordnet und in beiden Betriebszuständen des Sicherheitssystems 100 aktiv ist. Weiterhin umfasst das Sicherheitssystem 100 eine Mehrzahl von Funktionsmodulen 1, 6, 8, 9, 15, die schaltungsmäßig oder wenigstens funktionsmäßig mit der Kamera 3 verknüpft sind. Das Teilsystem 101 umfasst neben der Kamera 3 ein Funktionsmodul 1 mit einer Lichtquelle. Die Helligkeit dieser Lichtquelle ist zeitabhängig steuerbar. Weiterhin umfasst das Teilsystem 101 ein Funktionsmodul 6 für die Darstellung einer digitalen Bildsequenz aus den Ausgangssignalen des Bildsensors 4 der Kamera 3. Schließlich umfasst das Teilsystem 101 ein Funktionsmodul 8 für die Darstellung der Rauschvarianz als Funktion des Grauwerts aus der digitalen Bildsequenz. Das Teilsystem 102 umfasst neben der

Kamera 3 mit dem Bildsensor 4 ein Funktionsmodul 13, das seinerseits aus zwei Funktionsmodulen 13a, 13b besteht. Das Funktionsmodul 13a dient der Berechnung oder Schätzung der Grauwertvarianz aus den Ausgangssignalen des Bildsensors 4 der Kamera 3. Das Funktionsmodul 13b ermöglicht einen Vergleich mit einem Schwellwert. Das Sicherheitssystem 100 umfasst weiterhin eine Speichereinrichtung 9, auf die beide Teilsysteme zugreifen.

Bei diesem Sicherheitssystem 100 können zwei Betriebszustände unterschieden werden, auf die im Folgenden nacheinander eingegangen wird. In dem ersten Betriebszustand wird eine Initialisierung des Sicherheitssystems 100 im Offline-Betrieb durchgeführt (Ablaufdiagramm Figur 5). In einem zweiten Betriebszustand übernimmt das Sicherheitssystem 100 seine Sicherungsaufgabe im Online-Betrieb (Ablaufdiagramm Figur 6). In dem ersten Betriebszustand des Sicherheitssystems 100 ist im Wesentlichen der Teilbereich 101, in dem zweiten Betriebszustand der Teilbereich 102 aktiv. Im Folgenden wird zunächst der erste Betriebszustand des Sicherheitssystems 100 erläutert, der in dem Teilbereich 101 dargestellt ist. Während der Initialisierungsphase wird mit einem Messsystem die Rauschvarianz in Abhängigkeit von dem Grauwert des in der Kamera 3 angeordneten Bildsensors 4 bestimmt. Zu diesem Zweck wird mit dem Funktionsmodul 1 eine Lichtquelle bereitgestellt, die eine Stimulation der Kamera 3 mit dem Bildsensor 4 ermöglicht. Die Helligkeit der Lichtquelle in dem Funktionsmodul 1 wird, in Abhängigkeit von der Zeit, in kleinen Schritten erhöht und nach jeder Erhöhung jeweils für eine vorgebbare Zeitdauer konstant gehalten. Es ergibt sich somit die in dem Funktionsmodul angedeutete Treppenkurve für den Verlauf der Helligkeit. Nach der Aufnahme (Schritt 50 in Figur 5) der von dem Funktionsmodul 1 erzeugten Lichtsignale mittels der Kamera 3 und der Digitalisierung (Schritt 51 in Figur 5) der Ausgangssignale des Bildsensors 4 der Kamera 3 liegt nach dem vollständigen Durchlauf der Stimulation der Kamera 3 in dem Funktionsmodul 6

eine digitale Bildsequenz vor. Die Auswertung dieser Bildsequenz (Schritt 52 in Figur 5) in dem Funktionsmodul 8 führt zu einer charakteristischen Kennlinie, die die Rauschvarianz des Bildsensors 4 als Funktion des Grauwerts g wiedergibt. Diese charakteristische Kennlinie wird unter Angabe des verwendeten Bildsensors 4 in einer Speichereinrichtung 9 gespeichert (Schritt 53 in Figur 5) und steht nun dem Sicherheitssystem 100 für den laufenden Betrieb zur Verfügung. Insbesondere die qualitative Form dieser Kennlinie bildet eine wichtige Grundlage für die zuverlässige Detektion eines Objekts in dem zu überwachenden Bereich. Die Form der Kennlinie wird verwendet, um die Charakteristik der grauwertabhängigen Entscheidungsschwelle entsprechend adaptiv anzupassen. Für Kameras mit automatischer Kameraregelung wird in einer vorteilhaften weiteren Ausgestaltung der Erfindung die Speichereinrichtung 9 zusätzlich mit Daten versorgt, die die Abhängigkeit der Rauschvarianz von dem Grauwert für die unterschiedlichen Kameraparameter repräsentieren.

Der zweite Betriebszustand des Sicherheitssystems 100 ist schematisch in dem Teilbereich 102 von Figur dargestellt. Das System arbeitet im laufenden Betrieb wie folgt. Eine natürliche Szene (Aufnahmefeld 10), die dem Überwachungsbereich entspricht, wird hinsichtlich des Szeneninhalts dahingehend untersucht, ob eine Änderung von Pixels der von der Kamera 3 aufgenommenen Bilder aufgrund des Sensorrauschen oder aufgrund eines bewegten Objektes erfolgt. Nach Aufnahme der natürlichen Szene 10 (Schritt 60 in Figur 6) und anschließender Digitalisierung (Schritt 61 in Figur 6) liegt eine digitale Bildsequenz vor, die nun von einem Funktionsmodul 13 auf das Vorliegen bewegter Objekte wie beispielsweise Personen, Fahrzeuge oder andere Gegenstände, analysiert wird. Dazu wird in einem Funktionsmodul 13a zunächst die Grauwertvarianz berechnet bzw. geschätzt (Schritt 62 in Figur 6). Die in der Literatur beschriebenen Verfahren berechnen, bzw. schätzen aus zeitlich aufeinanderfolgenden Bildern zunächst die Grauwertvarianz für

jeden Bildpunkt, die sich additiv aus einem Anteil zusammensetzt, der auf das Pixelrauschen zurückzuführen ist, und einem Anteil, der auf eine Bewegung in der Szene zurückzuführen ist. Liegt eine signifikante Änderung eines 5 Pixels vor, die nicht zu dem Rauschmodell des Pixels passt, so wird anhand einer Schwellwertentscheidung in dem Funktionsmodul 13b entschieden (Schritt 63 in Figur 6), dass ein bewegtes Objekt vorliegt. Der Schwellwert wird in dem erfindungsgemäßen 10 Verfahren nicht, wie bisher üblich, für alle Grauwerte gleich vorgegeben, sondern adaptiv anhand der in dem Funktionsmodul 8 ermittelten und in der Speichereinrichtung 9 abgelegten Sensorkennlinie angepaßt.

In einem weiteren Schritt (Schritt 64 in Figur 6) wird eine 15 Maske erzeugt, um als Segmentierungsergebnis 15 eine Bewegung in dem Überwachungsbereich zu markieren. Deutlich erkennbar ist dabei die Person im Vordergrund rechts.

Wie oben beschrieben, ist es sinnvoll, während der Initialisierungsphase Daten über den Betriebszustand des Sensors 20 4, sowie Kameraparameter, wie z.B. die Verstärkung, an das Funktionsmodul 8, das die Rauschkennlinie bestimmt, zu übermitteln, um mögliche Änderungen der grauwertabhängigen Rauschcharakteristik zu berücksichtigen. So ist es beispielsweise möglich, dass das Verstärkerrauschen des Bildsensors 4 bei geringer Beleuchtung das Rauschen in einem Bildelement überdeckt und sich somit die Grauwertabhängigkeit des Rauschens ändert. Um diese Option auch während des laufenden Betriebs nutzen zu können, muss der Betriebszustand des Bildsensors 4 dem Funktionsmodul 13b für die 30 Schwellwertentscheidung übermittelt werden.

Der wesentliche Kern der Erfindung ist somit die Verwendung einer adaptiven, grauwertabhängigen Schwellwertentscheidung für die Objektdetektion. Durch diese Maßnahme wird die Leistungsfähigkeit und Erkennungsgenauigkeit eines derartigen 35 Sicherheitssystems wesentlich gesteigert. Die Schwellwerte

werden dabei zweckmäßig als Funktion des Grauwerts und der Kameraparameter in Form von Kennlinien vorab gemessen und in einer Speichereinrichtung 9 gespeichert.

Bezugszeichen

1	Funktionsmodul
5	3 Kamera
	4 Bildsensor
	6 Funktionsmodul
	8 Funktionsmodul
	9 Speichereinrichtung
10	10 Aufnahmefeld
	13 Funktionsmodul
	13a Funktionsmodul
	13b Funktionsmodul
	15 Segmentierungsergebnis
15	50 Schritt
	51 Schritt
	52 Schritt
	53 Schritt
	60 Schritt
20	61 Schritt
	62 Schritt
	63 Schritt
	64 Schritt
	100 Sicherheitssystem
	101 Teilbereich
	102 Teilbereich

5 07.04.04

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

1. Sicherheitssystem (100) mit einer Kamera (3) für die Aufnahme von Objekten, wobei das Sicherheitssystem (100) wenigstens ein Teilsysteme (101,102) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Teilsystem (101) ein erstes Funktionsmodul (1) mit einer in ihrer Helligkeit steuerbaren Lichtquelle, ein zweites Funktionsmodul (6) für die Erzeugung einer digitalen Bildsequenz aus Aufnahmen der Kamera (3), sowie ein drittes Funktionsmodul (8) für die Ableitung der Rauschvarianz als Funktion des Grauwerts aus der digitalen Bildsequenz umfasst.
2. Sicherheitssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherheitssystem (100) eine Speichereinrichtung (9) umfasst, in der die Funktionswerte der Rauschvarianz als Funktion des Grauwerts speicherbar sind.
3. Sicherheitssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Teilsystem (102) ein Funktionsmodul (13) umfasst für den

Vergleich eine aus Aufnahmen der Kamera abgeleiteten Grauwertvarianz mit einem vorgebbaren Schwellwert.

4. Verfahren für den Betrieb einer Kamera für die Aufnahme von Objekten umfassenden Sicherheitssystems (100), dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren einen ersten Betriebszustand (Initialisierungsphase) und einen zweiten Betriebszustand (Betriebsphase) umfasst.
- 10 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem ersten Betriebszustand des Sicherheitssystems (100) die Rauschvarianz in Abhängigkeit von dem Grauwert eines in der Kamera (3) angeordneten Bildsensors (4) ermittelt und 15 in einer Speichereinrichtung (9) gespeichert wird.
- 20 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die Ermittlung der Rauschvarianz in Abhängigkeit von dem Grauwert die den Bildsensor (4) umfassende Kamera (3) mit der Strahlung einer Lichtquelle beaufschlagt wird.
- 25 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle derart gesteuert wird, dass die Helligkeit der Lichtquelle zeitabhängig in kleinen Schritten erhöht und dann nach jeder Erhöhung für eine vorgebbare Zeitdauer konstant gehalten wird, sodass eine Art Treppenkurve für die funktionale Abhängigkeit der Helligkeit der Lichtquelle 30 von der Zeit entsteht.
- 35 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die stufenweise in ihrer Helligkeit veränderte Lichtquelle von der Kamera (3) aufgenommen wird, dass der Bildsensor (4) der Kamera (3)

die Aufnahmen in eine digitale Bildsequenz umsetzt und dass aus dieser Bildsequenz ein die Rauschvarianz in Abhängigkeit von dem Grauwert darstellender funktionaler Zusammenhang abgeleitet und in der Speichereinrichtung 5 (9) gespeichert wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem zweiten Betriebszustand des Sicherheitssystems (100) mit der Kamera (3) Bilder eines zu sichernden Bereichs aufgenommen und diese Bilder auf das Vorhandensein von bewegten Objekten in dem zu sichernden Bereich untersucht werden.

15 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dabei aus zeitlich aufeinander folgenden Aufnahmen des zu sichernden Bereichs die Grauwertvarianz für wenigstens ausgewählte Bildpunkte ermittelt wird, dass bei Feststellung einer Abweichung ein Vergleich mit einem Schwellwert vorgenommen wird, wobei dieser Schwellwert variabel in Abhängigkeit von dem Grauwert vorgegeben wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der variable Schwellwert aus in der Speichereinrichtung (9) gespeicherten Werten ausgelesen wird.

30 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abhängigkeit der Rauschvarianz von dem Grauwert für unterschiedliche Parameter der Kamera (3) ermittelt und als Funktionswert in der Speichereinrichtung (9) gespeichert wird.

5 07.04.04

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Sicherheitssystem

Zusammenfassung

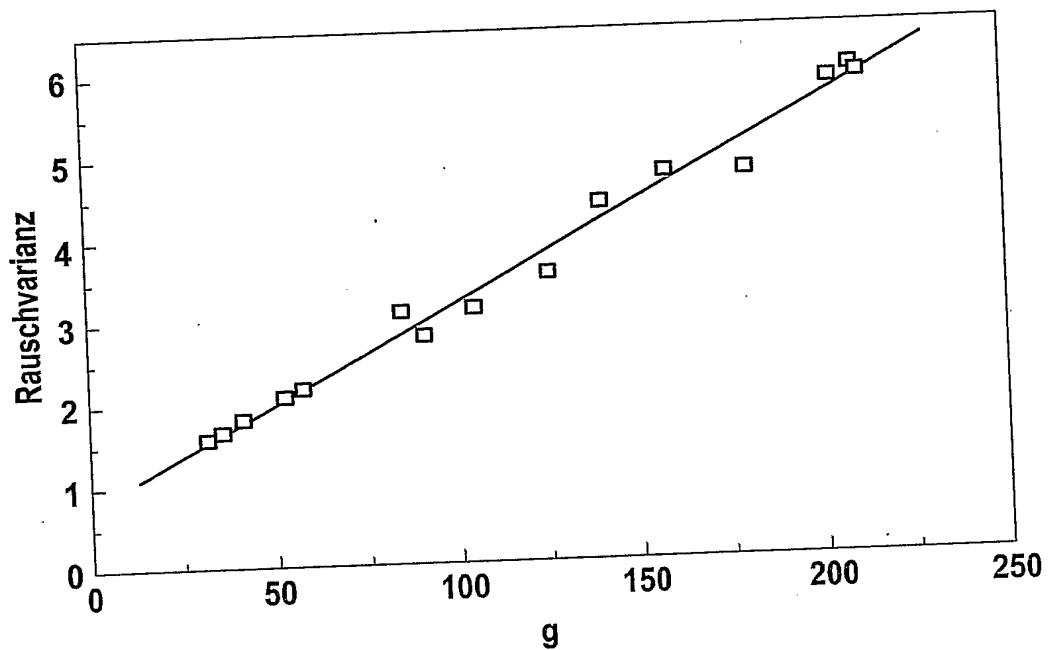
15 Die Erfindung betrifft ein Sicherheitssystem 100 mit einer Kamera 3 für die Aufnahme von Objekten. Aus zeitlich aufeinander folgenden Aufnahmen der Kamera 3 wird eine Grauvarianz der Bildpunkte abgeleitet, die mit einem von dem Grauwert abhängigen Schwellwert verglichen wird. Dadurch 20 wird die Erkennungsgenauigkeit des Sicherheitssystems 100 verbessert.

(Figur 4)

R.306994

1 / 5

Fig. 1



R.306994

2 / 5

Fig.2

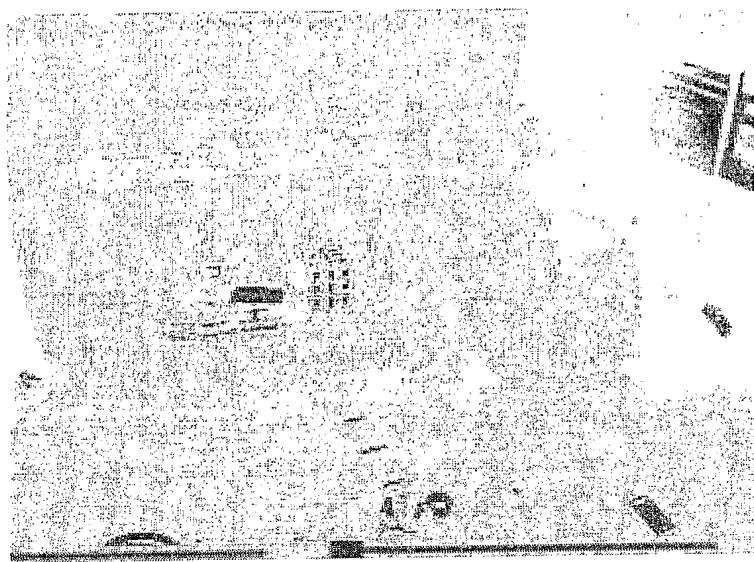


Fig.3

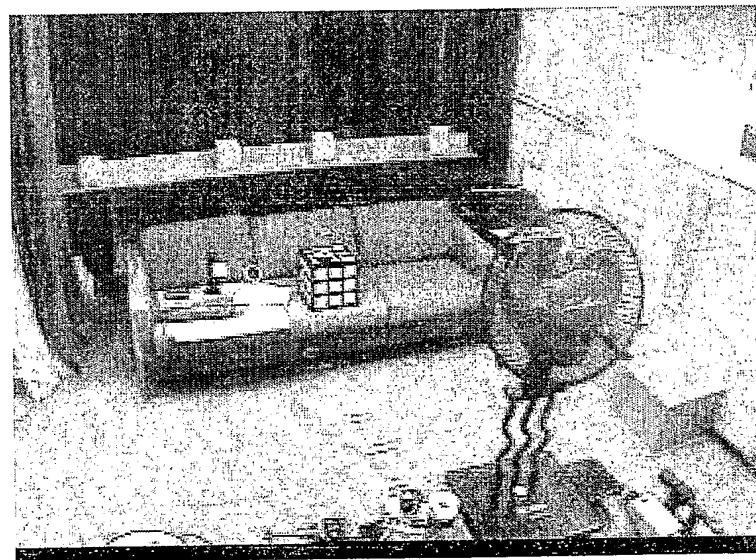


Fig. 4

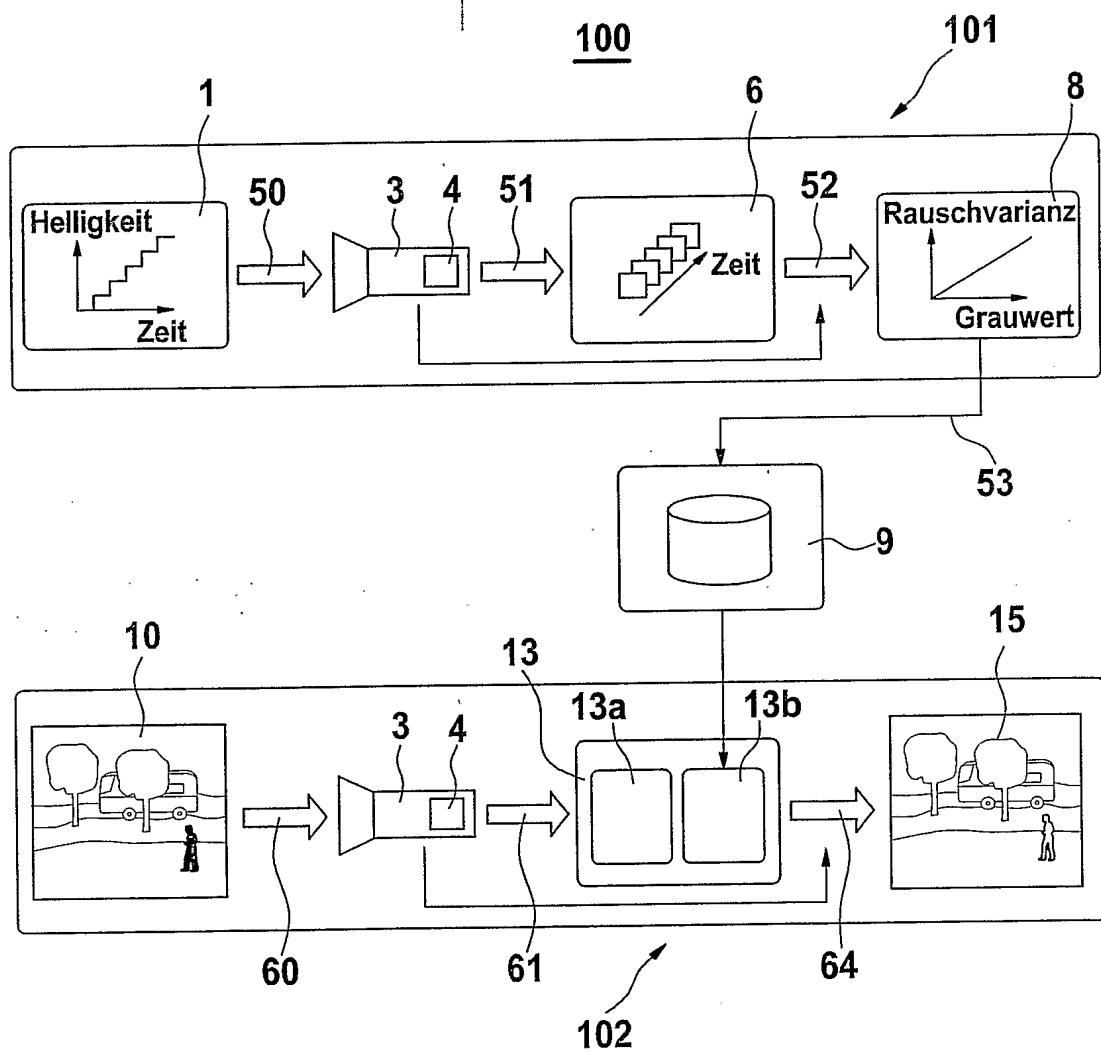


Fig. 5

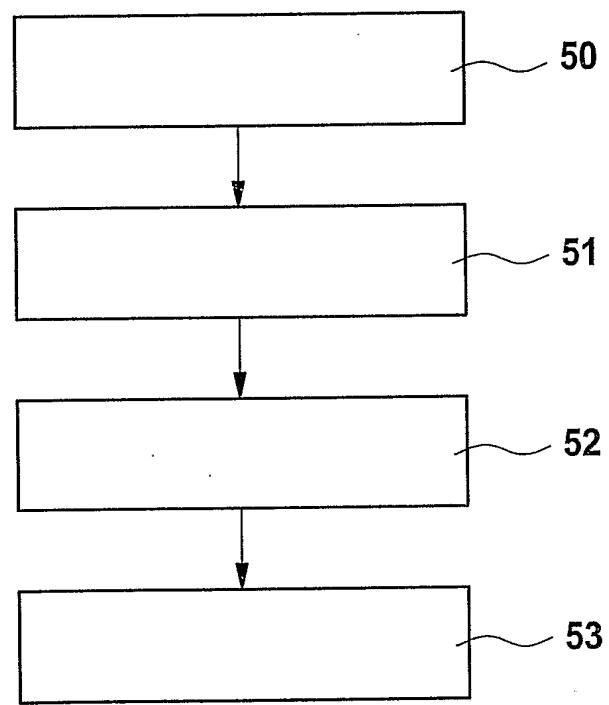


Fig. 6

